

g.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-119100

(43) 公開日 平成11年(1999) 4月30日

(51) Int.Cl.⁶

G 0 2 B 15/20

13/18

識別記号

F I

G 0 2 B 15/20

13/18

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号

特願平9-280758

(22) 出願日

平成9年(1997)10月14日

(71) 出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72) 発明者 石井 敦次郎

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ

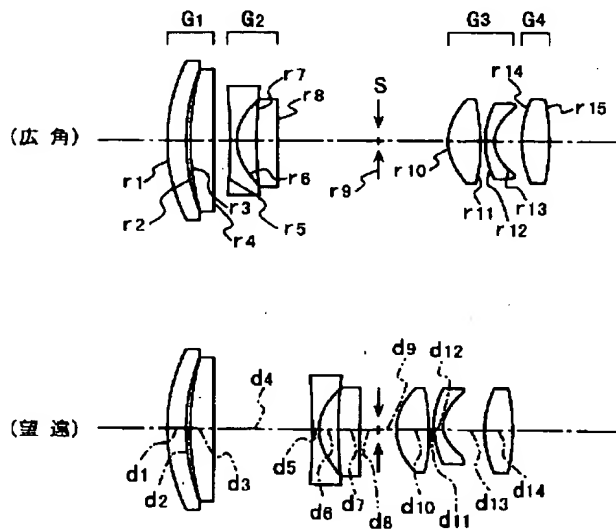
ンパス光学工業株式会社内

(54) 【発明の名称】 ズームレンズ

(57) 【要約】

【課題】 小型化と低コスト化を実現したズームレンズを提供する。

【解決手段】 正の第1群 G_1 と負の第2群 G_2 と絞りSと正の第3群 G_3 と正の第4群 G_4 とを有し、第1群 G_1 は変倍中固定であり、第2群 G_2 は変倍時広角端から望遠端にかけて物体側から像面側に移動し、第3群 G_3 は像面側から物体側に移動し、第4群 G_4 は像面位置を一定に保つために移動する。第1群 G_1 は物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと両凸レンズとで構成され、第2群 G_2 は物体側に両凹レンズと物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとで構成され正メニスカスレンズの像側の面が非球面であり、第3群 G_3 は両凸レンズと物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズとで構成され両凸レンズの物体側の面が非球面であり、第4群 G_4 は両凸レンズ1枚で構成される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側から順に、変倍中固定の正の第1群と、変倍時広角端から望遠端にかけて物体側から像面側に移動する負の第2群と、変倍時広角端から望遠端にかけて像面側から物体側に移動する正の第3群と、変倍時像面位置を一定に保つために移動する正の第4群とを有し、前記第1群が接合又は分離された負レンズと正レンズの2枚で構成され、前記第3群が物体側から順に正レンズ、正レンズ、負レンズの3枚、又は正レンズ、負レンズの2枚で構成され、前記第3群が少なくとも1面

$$0.3 < |L_3| / |L_2| < 1.0 \quad \dots (1)$$

ただし、 L_2 、 L_3 はそれぞれ前記第2群、前記第3群の広角端から望遠端にかけての移動量である。

【請求項5】 前記第2群が少なくとも1面の非球面を有することを特徴とする請求項1乃至請求項4のいずれかに記載のズームレンズ。

【請求項6】 前記第4群が少なくとも1面の非球面を有することを特徴とする請求項1乃至請求項5のいずれかに記載のズームレンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ズームレンズに関し、たとえばカムコーダーやデジタルカメラ等の電子撮像手段を用いたカメラに用いられるズームレンズに関する。

【0002】

【従来の技術】近年、カムコーダーやデジタルカメラ等の電子撮像手段を用いたカメラ分野においても、民生用として小型で低コストなズームレンズへの要求が強まっている。これらの要求を達成するためにはレンズ系全体を最小限のレンズ枚数で構成して低コスト化するとともに、レンズの占める空間を極力少なくして小型化を図ることが必要である。

【0003】このように構成したズームレンズとしては、特開平6-94997号公報、特開平6-194572号公報に、物体側から順に、変倍中固定の正の第1群と、変倍時広角端から望遠端にかけて物体側から像面側に光軸上を移動して変倍を行う負の第2群と、変倍時広角端から望遠端にかけて像面側から物体側に移動する正の第3群と、変倍時像面位置を一定に保つように移動する正の第4群とを有するものが示されている。特開平6-94997号公報に示されたものは第1群が負レンズ、正レンズ、正レンズの3枚、第2群が負レンズ、負レンズ、正レンズの3枚、第3群が正レンズ、正レンズ、負レンズの3枚、または正レンズ、負レンズの2枚、第4群が正レンズ1枚で構成され、特開平6-194572号公報に示されたものは第1群が負レンズと正レンズの2枚で構成され、第2群が負レンズと正レンズの2枚で構成され、第3群が正レンズ1枚、第4群は負レンズと正レンズの2枚で構成され、第2群乃至第4群

の非球面を有することを特徴とするズームレンズ。

【請求項2】 前記第2群が物体側から順に負レンズ、正レンズの2枚で構成されることを特徴とする請求項1記載のズームレンズ。

【請求項3】 前記第4群が正レンズ1枚のみで構成されることを特徴とする請求項1又は請求項2記載のズームレンズ。

【請求項4】 下記の条件式(1)を満足することを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれかに記載のズームレンズ。

がそれぞれ1面の非球面を有していてレンズ枚数の削減がなされている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、特開平6-94997号公報に示されたものは、最もレンズ径の大きい第1群が3枚のレンズで構成されているため第1群の薄型化が達成できず、またそのため第1群を通過する最大画角の光線高が小さくならないため、レンズ径をさらに小型化することが困難であった。特開平6-194572号公報に示されたものは、第3群が1枚の正レンズのみで構成されているため第3群によって変倍を助ける作用が十分でなく、そのため第1群と第2群にかかる変倍作用の負担が大きくなって、十分な小型化が困難であった。また第3群で発生する球面収差、コマ収差、非点収差等が大きくなり易く、変倍のために第3群を移動させることによる諸収差の変動が大きくなりやすく、さらに第3群の軸上光束の収斂力が弱く第4群に入射する軸上光束が比較的平行光束に近くなるので、第4群で発生するコマ収差や非点収差が大きくなってしまっていた。

【0005】本発明は上記の従来技術の問題点に鑑みてなされたものであり、その目的はさらなる小型化と低コスト化を実現したズームレンズを提供することである。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成する本発明のズームレンズは、物体側から順に、変倍中固定の正の第1群と、変倍時広角端から望遠端にかけて物体側から像面側に移動する負の第2群と、変倍時広角端から望遠端にかけて像面側から物体側に移動する正の第3群と、変倍時像面位置を一定に保つために移動する正の第4群とを有し、前記第1群が接合又は分離された負レンズと正レンズの2枚で構成され、前記第3群が物体側から順に正レンズ、正レンズ、負レンズの3枚、又は正レンズ、負レンズの2枚で構成され、前記第3群が少なくとも1面の非球面を有することを特徴とするものである。

【0007】また、前記第2群が物体側から順に負レンズ、正レンズの2枚で構成されることが望ましい。また、前記第4群が正レンズ1枚のみで構成されることが望ましい。

【0008】また、前記第2群、前記第3群の広角端から望遠端にかけての移動量をそれぞれ L_2 、 L_3 とした

$$0.3 < |L_3| / |L_2| < 1.0 \quad \dots (1)$$

また、前記第2群が少なくとも1面の非球面を有することが望ましい。

【0009】また、前記第4群が少なくとも1面の非球面を有することが望ましい。以下、上記構成を採用した理由と作用について説明する。まず、特開平6-94997号公報に示されたものをさらに小型化するためにレンズ枚数を削減してレンズの占めるスペースを短縮する方法を考える。特開平6-94997号公報に示されたものの第4群は正レンズ1枚で構成されており、また第3群は色収差補正のために負レンズが必ず必要であるので最小枚数は正レンズ、負レンズの2枚であり、ともにこれ以上のレンズ枚数削減の余地がない。そこでさらにレンズ枚数を削減するには第1群、第2群のレンズ枚数を削減することが考えられるが、第1群、第2群とも色収差補正のためにそれぞれ少なくとも1枚ずつの負レンズ、正レンズが必要であるので、削減できるのは第1群中の正レンズか第2群中の負レンズとなる。このうち第1群中の正レンズはレンズ径が大きくレンズ肉厚も厚いので、レンズ枚数削減による小型化と低コスト化への効果が最も大きい。

【0010】そこで本発明では、第1群を負レンズと正レンズの2枚で構成している。また第2群を負レンズと正レンズの2枚で構成することによってさらに小型化と低コスト化が可能になる。また第3群を正レンズ、正レンズ、負レンズの3枚、または正レンズ、負レンズの2枚で構成することによって諸収差を小さく抑えることができ、その結果レンズ枚数を削減した第1群、第2群の変倍作用と収差補正の負担を軽減することができる。

$$0.3 < |L_3| / |L_2| < 1.0 \quad \dots (1)$$

ここで $|L_2|$ 、 $|L_3|$ はそれぞれ第2群、第3群が変倍時に移動する移動量である。条件式(1)は第2群の移動量に対する第3群の移動量の割合を規定したものである。この割合が条件式(1)の下限を越えて小さくなると、第3群が分担する変倍作用が小さくなりすぎ、第2群に負担がかかりすぎて収差が劣化するか、あるいは小型化が十分でなくなる。またこの割合が条件式

(1)の上限を越えて大きくなると逆に第3群に負担がかかりすぎて収差が劣化する。

【0015】また本発明のズームレンズでは、球面収差や特に広角端でのコマ収差、非点収差の補正のために第3群中の少なくとも1面を光軸から離れるにしたがって正のパワーが弱くなる形状の非球面とすることが必要であり、また第2群中の少なくとも1面を光軸から離れるにしたがって負のパワーが弱くなる形状の非球面とすることで、コマ収差、非点収差、望遠端での球面収差等をさらに良好に補正することができる。

とき、下記の条件式(1)を満足することが望ましい。

【0011】また第3群のパワーを強くすることができるため、第4群に入射する軸上光束を比較的収斂気味にすることができるので、第4群で発生するコマ収差、非点収差を小さく抑えることができるうえ、バックフォーカスの短縮による小型化も同時に達成できる。さらに第3群を物体側から順に正、負のパワー構成にすることで、いわゆるリレー系といわれる第3群、第4群全体の主点をより物体側に移動させることができ、その結果第3群、第4群全体の結像倍率を変えずに第3群、第4群全体の焦点距離を短くすることができ、レンズ全長を短縮できるという利点もある。

【0012】また本発明の場合、第3群、第4群全体の色収差の補正は第3群中の負レンズ1枚でも十分可能であるのと、前記のように第3群のパワーを強くすることができるために第4群の収差補正の負担が比較的軽いことから、第4群は正レンズ1枚のみで構成することが可能であり、また小型化、低コスト化の観点からもその方が望ましい。さらに本発明のようなズームレンズでは第4群を繰り出してフォーカシングをおこなうのが一般的であるので、その際のフォーカス駆動の負荷の低減にもつながる。

【0013】また本発明の場合、前記の特開平6-94997号公報に示されたものに対して第1群、第2群のレンズ枚数を削減した分だけ、第1群、第2群での収差の発生量が大きくなりやすいため、第3群に変倍作用をできるだけ多く分担させて第1群、第2群の負担を軽減することが望ましい。このため変倍に関して下記の条件式(1)を満足するように構成することが望ましい。

$$【0014】 \quad \dots (1)$$

【0016】また第4群中の少なくとも1面を光軸から離れるにしたがって、正のパワーが弱くなる形状の非球面とすることによって、特に非点収差等をさらに良好に補正することができる。

【0017】

【発明の実施の形態】次に、本発明のズームレンズの実施例1乃至6について説明する。各実施例のズームレンズのレンズデータは後記する。

【0018】実施例1のレンズ構成を示す断面図を図1に示す。実施例1は、物体側から順に、正の第1群 G_1 と負の第2群 G_2 と絞りSと正の第3群 G_3 と正の第4群 G_4 とを有し、第1群 G_1 は変倍中固定であり、第2群 G_2 は変倍時広角端から望遠端にかけて物体側から像面側に移動し、第3群 G_3 は変倍時広角端から望遠端にかけて像面側から物体側に移動し、第4群 G_4 は変倍時像面位置を一定に保つために移動する。

【0019】第1群 G_1 は、物体側から順に物体側に凸

面を向けた負メニスカスレンズと両凸レンズとで構成され、2枚のレンズは互いに分離されている。第2群 G_2 は、物体側から順に物体側に両凹レンズと物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとで構成され、正メニスカスレンズの像側の面が非球面である。第3群 G_3 は、物体側から順に両凸レンズと物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズとで構成され、両凸レンズの物体側の面が非球面である。第4群 G_4 は、両凸レンズ1枚で構成されている。また、実施例1のズームレンズは前記の条件式(1)を満足する。

【0020】実施例2のレンズ構成を示す断面図を図2に示す。実施例2の全体のパワー配置と変倍時の群の動きは実施例1と同様である。第1群 G_1 は、物体側から順に物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと両凸レンズとで構成され、2枚のレンズは互いに分離されている。第2群 G_2 は、物体側から順に両凹レンズと物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとで構成され、負メニスカスレンズと正メニスカスレンズとは接合され、正メニスカスレンズの像側の面が非球面である。第3群 G_3 は、物体側から順に両凸レンズと物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズとで構成され、正メニスカスレンズと負メニスカスレンズとは接合され、両凸レンズの物体側の面が非球面である。第4群 G_4 は、両凸レンズ1枚で構成されている。また、実施例2のズームレンズは前記の条件式(1)を満足する。

【0021】実施例3のレンズ構成を示す断面図を図3に示す。実施例3の全体のパワー配置と変倍時の群の動きは実施例1と同様である。第1群 G_1 は、物体側から順に物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと両凸レンズとで構成され、2枚のレンズは接合されている。第2群 G_2 は、物体側から順に両凹レンズと正レンズとで構成され、正レンズの像側の面が非球面である。第3群 G_3 は、物体側から順に両凸レンズと物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズとで構成され、両凸レンズの物体側の面が非球面である。第4群 G_4 は、両凸レンズ1枚で構成され、物体側の面が非球面である。また、実施例3のズームレンズは前記の条件式(1)を満足する。

【0022】実施例4のレンズ構成を示す断面図を図4に示す。実施例4の全体のパワー配置と変倍時の群の動きは実施例1と同様である。第1群 G_1 は、物体側から順に物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと両凸レンズとで構成され、2枚のレンズは互いに分離されている。第2群 G_2 は、物体側から順に両凹レンズと物体側

に凸面を向けた正メニスカスレンズとで構成され、正メニスカスレンズの像側の面が非球面である。第3群 G_3 は、物体側から順に両凸レンズと物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズとで構成され、両凸レンズの物体側の面が非球面である。第4群 G_4 は、両凸レンズ1枚で構成されている。また、実施例4のズームレンズは前記の条件式(1)を満足する。

【0023】実施例5のレンズ構成を示す断面図を図5に示す。実施例5の全体のパワー配置と変倍時の群の動きは実施例1と同様である。第1群 G_1 は、物体側から順に物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと両凸レンズとで構成され、2枚のレンズは接合されている。第2群 G_2 は、物体側から順に両凹レンズと正レンズと両凹レンズとで構成され、正レンズの像側の面が非球面である。第3群 G_3 は、物体側から順に両凸レンズと物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズとで構成され、両凸レンズの物体側の面が非球面である。第4群 G_4 は、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ1枚で構成され、物体側の面が非球面である。また、実施例5のズームレンズは前記の条件式(1)を満足する。

【0024】実施例6のレンズ構成を示す断面図を図6に示す。実施例6の全体のパワー配置と変倍時の群の動きは実施例1と同様である。第1群 G_1 は、物体側から順に物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとで構成され、2枚のレンズは接合されている。第2群 G_2 は、物体側から順に物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと両凹レンズと物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとで構成されている。第3群 G_3 は、物体側から順に2枚の両凸レンズと物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズとで構成され、最も物体側の両凸レンズの物体側の面が非球面である。第4群 G_4 は、両凸レンズ1枚で構成されている。また、実施例6のズームレンズは前記の条件式(1)を満足する。

【0025】以下に各実施例のレンズデータを示すが、記号は前記の他、 f は全系の焦点距離、 F_{N0} はFナンバー、 ω は半面角、 r_1 、 r_2 、 \dots は各レンズ面の曲率半径、 d_1 、 d_2 、 \dots は各レンズ面間の間隔、 n_{d1} 、 n_{d2} 、 \dots は各レンズのd線の屈折率、 v_{d1} 、 v_{d2} 、 \dots は各レンズのアッペ数である。なお、光軸方向をZ軸、光軸方向と垂直な方向をY軸とすると、非球面は下記の式(2)にて表せられる。

【0026】

$$Z = CY^2 / [1 + \sqrt{\{1 - (1 + K) C^2 Y^2\}}] + A_4 Y^4 + A_6 Y^6 + A_8 Y^8 + A_{10} Y^{10} \dots$$

(2)

ただし、 C は面頂における曲率($=1/r$ 、 r は曲率半

径)、 K は円錐係数、 A_4 、 A_6 、 A_8 、 A_{10} はそれぞ

れ 4 次、6 次、8 次、10 次の非球面係数である。

実施例 1

$f = 5.50 \sim 9.52 \sim 15.94$			
$F_{N0} = 2.79 \sim 3.39 \sim 4.22$			
$2\omega = 63.5 \sim 39.3 \sim 24.1$			
$r_1 = 17.3312$	$d_1 = 1.200$	$n_{d1} = 1.84666$	$\nu_{d1} = 23.78$
$r_2 = 14.2714$	$d_2 = 0.550$		
$r_3 = 19.0981$	$d_3 = 2.566$	$n_{d3} = 1.69680$	$\nu_{d3} = 55.53$
$r_4 = -211.9146$	$d_4 = (\text{可変})$		
$r_5 = -99.9978$	$d_5 = 0.840$	$n_{d5} = 1.77250$	$\nu_{d5} = 49.60$
$r_6 = 4.9137$	$d_6 = 1.765$		
$r_7 = 16.3236$	$d_7 = 1.760$	$n_{d7} = 1.80518$	$\nu_{d7} = 25.42$
$r_8 = 99.9991$ (非球面)	$d_8 = (\text{可変})$		
$r_9 = \infty$ (絞り)	$d_9 = (\text{可変})$		
$r_{10} = 4.9282$ (非球面)	$d_{10} = 2.900$	$n_{d10} = 1.58913$	$\nu_{d10} = 61.18$
$r_{11} = -21.5942$	$d_{11} = 0.316$		
$r_{12} = 8.1812$	$d_{12} = 0.700$	$n_{d12} = 1.84666$	$\nu_{d12} = 23.78$
$r_{13} = 3.9286$	$d_{13} = (\text{可変})$		
$r_{14} = 12.8501$	$d_{14} = 2.100$	$n_{d14} = 1.69680$	$\nu_{d14} = 55.53$
$r_{15} = -35.2750$			

ズーム間隔

f	5.50	9.52	15.94
d_4	0.989	4.786	8.395
d_8	8.706	4.910	1.300
d_9	5.958	2.921	0.936
d_{13}	2.295	4.273	4.368

非球面係数

第 8 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -6.0228 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -8.2596 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = -2.9515 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = -3.1439 \times 10^{-8}$$

第 10 面

$$K = -0.2184$$

$$A_4 = -9.2750 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -4.4012 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = -3.1389 \times 10^{-7}$$

$$A_{10} = -2.1537 \times 10^{-8}$$

$$|L_3| / |L_2| = 0.678$$

実施例 2

$f = 5.33 \sim 9.23 \sim 15.45$			
$F_{N0} = 2.79 \sim 3.11 \sim 3.56$			
$2\omega = 65.1 \sim 40.5 \sim 24.8$			
$r_1 = 17.5585$	$d_1 = 1.200$	$n_{d1} = 1.84666$	$\nu_{d1} = 23.78$
$r_2 = 12.7200$	$d_2 = 1.068$		
$r_3 = 16.3917$	$d_3 = 3.679$	$n_{d3} = 1.69680$	$\nu_{d3} = 55.53$
$r_4 = -84.4913$	$d_4 = (\text{可変})$		
$r_5 = -48.2980$	$d_5 = 0.840$	$n_{d5} = 1.77250$	$\nu_{d5} = 49.60$
$r_6 = 5.3611$	$d_6 = 1.827$		

$r_7 = 19.9998$	$d_7 = 0.600$	$n_{d7} = 1.48749$	$\nu_{d7} = 70.21$
$r_8 = 8.1444$	$d_8 = 1.800$	$n_{d8} = 1.84666$	$\nu_{d8} = 23.78$
$r_9 = 18.3790$ (非球面)	$d_9 =$ (可変)		
$r_{10} = \infty$ (絞り)	$d_{10} =$ (可変)		
$r_{11} = 5.9522$ (非球面)	$d_{11} = 2.300$	$n_{d11} = 1.58913$	$\nu_{d11} = 61.18$
$r_{12} = -23.5594$	$d_{12} = 0.150$		
$r_{13} = 8.1391$	$d_{13} = 1.500$	$n_{d13} = 1.60311$	$\nu_{d13} = 60.64$
$r_{14} = 19.5373$	$d_{14} = 0.100$		
$r_{15} = 12.8481$	$d_{15} = 0.700$	$n_{d15} = 1.84666$	$\nu_{d15} = 23.78$
$r_{16} = 4.0598$	$d_{16} =$ (可変)		
$r_{17} = 9.9038$	$d_{17} = 2.100$	$n_{d17} = 1.69680$	$\nu_{d17} = 55.53$
$r_{18} = -33.9009$			

ズーム間隔

f	5.33	9.23	15.45
d_4	0.903	5.403	8.750
d_9	9.247	4.746	1.400
d_{10}	3.751	2.293	0.936
d_{16}	3.894	3.917	3.510

非球面係数

第9面

 $K = 0$ $A_4 = -3.8188 \times 10^{-4}$ $A_6 = -5.4534 \times 10^{-6}$ $A_8 = -5.0916 \times 10^{-7}$ $A_{10} = 1.5222 \times 10^{-8}$

第11面

 $K = -0.2184$ $A_4 = -7.0868 \times 10^{-4}$ $A_6 = 2.5182 \times 10^{-5}$ $A_8 = -3.9567 \times 10^{-6}$ $A_{10} = 1.7645 \times 10^{-7}$ $|L_3| / |L_2| = 0.359$

実施例3

 $f = 5.50 \sim 9.53 \sim 15.81$ $F_{N0} = 2.79 \sim 3.35 \sim 4.33$ $2\omega = 63.4 \sim 39.3 \sim 24.3$

$r_1 = 19.0896$	$d_1 = 1.200$	$n_{d1} = 1.84666$	$\nu_{d1} = 23.78$
$r_2 = 14.7521$	$d_2 = 3.097$	$n_{d2} = 1.60311$	$\nu_{d2} = 60.64$
$r_3 = -7692.3867$	$d_3 =$ (可変)		
$r_4 = -76.4386$	$d_4 = 0.840$	$n_{d4} = 1.77250$	$\nu_{d4} = 49.60$
$r_5 = 4.8598$	$d_5 = 1.811$		
$r_6 = 18.2814$	$d_6 = 1.760$	$n_{d6} = 1.80518$	$\nu_{d6} = 25.42$
$r_7 = \infty$ (非球面)	$d_7 =$ (可変)		
$r_8 = \infty$ (絞り)	$d_8 =$ (可変)		
$r_9 = 7.3400$ (非球面)	$d_9 = 2.642$	$n_{d9} = 1.58913$	$\nu_{d9} = 61.18$
$r_{10} = -22.1205$	$d_{10} = 0.150$		
$r_{11} = 8.0241$	$d_{11} = 1.973$	$n_{d11} = 1.72916$	$\nu_{d11} = 54.68$
$r_{12} = 52.4926$	$d_{12} = 0.150$		
$r_{13} = 14.0423$	$d_{13} = 0.700$	$n_{d13} = 1.84666$	$\nu_{d13} = 23.78$
$r_{14} = 4.0797$	$d_{14} =$ (可変)		

$r_{15} = 10.1820$ (非球面) $d_{15} = 1.745$ $n_{d15} = 1.58913$ $\nu_{d15} = 61.14$
 $r_{16} = 1133.0330$

ズーム間隔

f 5.50 9.53 15.81
 d_3 1.157 5.471 8.096
 d_7 8.238 3.924 1.300
 d_8 5.647 3.626 0.936
 d_{14} 2.073 3.422 4.464

非球面係数

第 7 面

$K = 0$

$A_4 = -5.8146 \times 10^{-4}$

$A_6 = -3.5256 \times 10^{-7}$

$A_8 = -1.1100 \times 10^{-6}$

$A_{10} = 9.7216 \times 10^{-9}$

第 9 面

$K = -0.2184$

$A_4 = -5.1506 \times 10^{-4}$

$A_6 = -2.2707 \times 10^{-6}$

$A_8 = 2.5686 \times 10^{-7}$

$A_{10} = -1.0482 \times 10^{-8}$

第 15 面

$K = 0$

$A_4 = -2.2630 \times 10^{-4}$

$A_6 = 1.7763 \times 10^{-5}$

$A_8 = -1.5096 \times 10^{-6}$

$A_{10} = 9.3766 \times 10^{-8}$

$|L_3| / |L_2| = 0.679$

実施例 4

$f = 5.50 \sim 9.53 \sim 15.95$

$F_{N0} = 2.79 \sim 3.14 \sim 3.97$

$2\omega = 63.4 \sim 39.3 \sim 24.1$

$r_1 = 19.3574$ $d_1 = 1.200$ $n_{d1} = 1.84666$ $\nu_{d1} = 23.78$

$r_2 = 14.9375$ $d_2 = 0.349$

$r_3 = 17.7409$ $d_3 = 2.752$ $n_{d3} = 1.69680$ $\nu_{d3} = 55.53$

$r_4 = -175.9537$ $d_4 = (\text{可変})$

$r_5 = -99.9969$ $d_5 = 0.840$ $n_{d5} = 1.77250$ $\nu_{d5} = 49.60$

$r_6 = 4.6050$ $d_6 = 1.733$

$r_8 = 60.0003$ (非球面) $d_8 = (\text{可変})$

$r_9 = \infty$ (絞り) $d_9 = (\text{可変})$

$r_{10} = 6.3631$ (非球面) $d_{10} = 2.300$ $n_{d10} = 1.58913$ $\nu_{d10} = 61.18$

$r_{11} = -29.3771$ $d_{11} = 0.150$

$r_{12} = 12.3021$ $d_{12} = 1.270$ $n_{d12} = 1.60311$ $\nu_{d12} = 60.64$

$r_{13} = 69.7876$ $d_{13} = 0.650$

$r_{14} = 11.6182$ $d_{14} = 0.700$ $n_{d14} = 1.84666$ $\nu_{d14} = 23.78$

$r_{15} = 4.4105$ $d_{15} = (\text{可変})$

$r_{16} = 15.0443$ $d_{16} = 2.100$ $n_{d16} = 1.69680$ $\nu_{d16} = 55.53$

$r_{17} = -22.9162$

ズーム間隔

f 5.50 9.53 15.95

d_4 1.089 5.514 8.193
 d_8 8.404 3.979 1.300
 d_9 5.452 3.557 0.936
 d_{15} 2.363 2.908 3.253

非球面係数

第 8 面

$K = 0$

$A_4 = -6.0060 \times 10^{-4}$

$A_6 = -2.5355 \times 10^{-5}$

$A_8 = 1.4947 \times 10^{-6}$

$A_{10} = -1.2788 \times 10^{-7}$

第 10 面

$K = -0.2184$

$A_4 = -6.2370 \times 10^{-4}$

$A_6 = -6.8746 \times 10^{-7}$

$A_8 = 1.5135 \times 10^{-7}$

$|L_3| / |L_2| = 0.636$

実施例 5

$f = 5.34 \sim 9.26 \sim 15.34$

$F_{N0} = 2.79 \sim 3.36 \sim 4.48$

$2\omega = 64.9 \sim 40.3 \sim 25.0$

$r_1 = 19.0276$	$d_1 = 1.200$	$n_{d1} = 1.84666$	$\nu_{d1} = 23.78$
$r_2 = 13.5393$	$d_2 = 3.589$	$n_{d2} = 1.60311$	$\nu_{d2} = 60.64$
$r_3 = -422.2925$	$d_3 = (\text{可変})$		
$r_4 = -644.1560$	$d_4 = 0.840$	$n_{d4} = 1.77250$	$\nu_{d4} = 49.60$
$r_5 = 4.6769$	$d_5 = 1.796$		
$r_6 = 12.4221$	$d_6 = 1.760$	$n_{d6} = 1.80518$	$\nu_{d6} = 25.42$
$r_7 = \infty$ (非球面)	$d_7 = 0.300$		
$r_8 = -19.3978$	$d_8 = 0.800$	$n_{d8} = 1.51633$	$\nu_{d8} = 64.14$
$r_9 = 112.3274$	$d_9 = (\text{可変})$		
$r_{10} = \infty$ (絞り)	$d_{10} = (\text{可変})$		
$r_{11} = 7.4109$ (非球面)	$d_{11} = 2.727$	$n_{d11} = 1.58913$	$\nu_{d11} = 61.18$
$r_{12} = -19.0346$	$d_{12} = 0.150$		
$r_{13} = 8.1629$	$d_{13} = 2.046$	$n_{d13} = 1.72916$	$\nu_{d13} = 54.68$
$r_{14} = 103.6201$	$d_{14} = 0.150$		
$r_{15} = 14.0489$	$d_{15} = 0.700$	$n_{d15} = 1.84666$	$\nu_{d15} = 23.78$
$r_{16} = 3.9993$	$d_{16} = (\text{可変})$		
$r_{17} = 10.7947$ (非球面)	$d_{17} = 1.676$	$n_{d17} = 1.58913$	$\nu_{d17} = 61.14$
$r_{18} = 244.0022$			

ズ一△間隔

f 5.34 9.26 15.34
 d_3 0.983 4.951 6.943
 d_9 7.260 3.292 1.300
 d_{10} 5.781 3.776 0.936
 d_{16} 2.140 3.006 3.335

非球面係数

第 7 面

$K = 0$

$A_4 = -5.8146 \times 10^{-4}$

$A_6 = -3.5256 \times 10^{-7}$

$$A_8 = -1.1100 \times 10^{-6}$$

$$A_{10} = 9.7216 \times 10^{-9}$$

第11面

$$K = -0.2184$$

$$A_4 = -6.0173 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -3.9633 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = 5.1710 \times 10^{-7}$$

$$A_{10} = -1.9276 \times 10^{-8}$$

第17面

$$K = 0$$

$$A_4 = -9.0648 \times 10^{-5}$$

$$A_6 = 1.6145 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = -1.1806 \times 10^{-6}$$

$$A_{10} = 1.0627 \times 10^{-7}$$

$$|L_3|/|L_2| = 0.813$$

実施例6

$$f = 5.52 \sim 9.54 \sim 15.91$$

$$F_{N0} = 2.78 \sim 3.39 \sim 4.22$$

$$2\omega = 63.2 \sim 39.2 \sim 24.1$$

$r_1 = 18.1384$	$d_1 = 1.200$	$n_{d1} = 1.84666$	$v_{d1} = 23.78$
$r_2 = 12.8515$	$d_2 = 5.173$	$n_{d2} = 1.60311$	$v_{d2} = 60.64$
$r_3 = 229.0224$	$d_3 = (\text{可変})$		
$r_4 = 41.3044$	$d_4 = 0.783$	$n_{d4} = 1.65160$	$v_{d4} = 58.55$
$r_5 = 5.1749$	$d_5 = 3.535$		
$r_6 = -33.2963$	$d_6 = 0.700$	$n_{d6} = 1.56384$	$v_{d6} = 60.67$
$r_7 = 20.7633$	$d_7 = 0.000$		
$r_8 = 8.2198$	$d_8 = 1.760$	$n_{d8} = 1.80518$	$v_{d8} = 25.42$
$r_9 = 13.1948$	$d_9 = (\text{可変})$		
$r_{10} = \infty (\text{絞り})$	$d_{10} = (\text{可変})$		
$r_{11} = 12.3402 (\text{非球面})$	$d_{11} = 3.698$	$n_{d11} = 1.67790$	$v_{d11} = 55.34$
$r_{12} = -11.8524$	$d_{12} = 0.858$		
$r_{13} = 11.4834$	$d_{13} = 2.355$	$n_{d13} = 1.60311$	$v_{d13} = 60.64$
$r_{14} = -18.6404$	$d_{14} = 0.130$		
$r_{15} = 48.4996$	$d_{15} = 0.700$	$n_{d15} = 1.84666$	$v_{d15} = 23.78$
$r_{16} = 5.5496$	$d_{16} = (\text{可変})$		
$r_{17} = 14.2502$	$d_{17} = 1.722$	$n_{d17} = 1.58913$	$v_{d17} = 61.14$
$r_{18} = -86.9086$			

ズーム間隔

$$f \quad 5.52 \quad 9.54 \quad 15.91$$

$$d_3 \quad 0.684 \quad 4.781 \quad 7.816$$

$$d_9 \quad 8.425 \quad 4.327 \quad 1.300$$

$$d_{10} \quad 5.375 \quad 3.214 \quad 0.936$$

$$d_{16} \quad 1.927 \quad 3.500 \quad 3.547$$

非球面係数

第11面

$$K = -0.2184$$

$$A_4 = -7.1086 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = 2.9893 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = -3.3152 \times 10^{-6}$$

$$A_{10} = 1.3762 \times 10^{-7}$$

$$|L_3|/|L_2|=0.622$$

実施例1の収差曲線図を図7に示す。(a)は広角端での収差、(b)は中間焦点距離での収差、(c)は望遠端での収差である。他の実施例の収差補正状況は実施例1と同等であるので図示は省いてある。

【0027】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明により、収差が良好に補正され小型で低コストなズームレンズを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1のズームレンズの断面図である。

【図2】本発明の実施例2のズームレンズの断面図である。

【図3】本発明の実施例3のズームレンズの断面図であ

る。

【図4】本発明の実施例4のズームレンズの断面図である。

【図5】本発明の実施例5のズームレンズの断面図である。

【図6】本発明の実施例6のズームレンズの断面図である。

【図7】実施例1の収差曲線図である。

【符号の説明】

G₁ 第1群

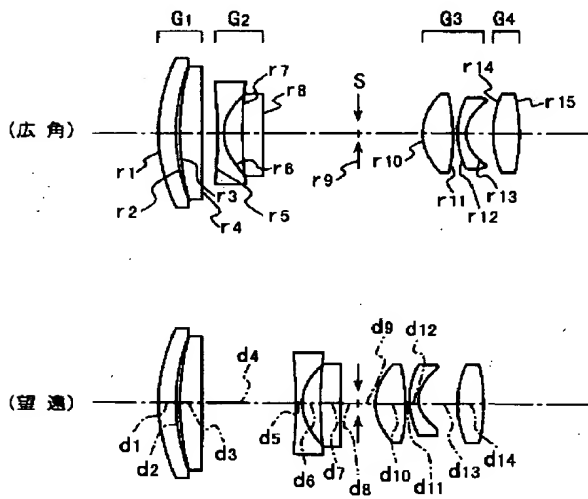
G₂ 第2群

G₃ 第3群

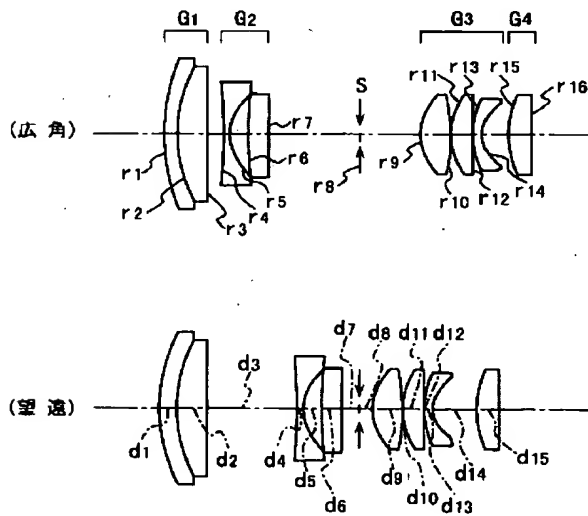
G₄ 第4群

S 絞り

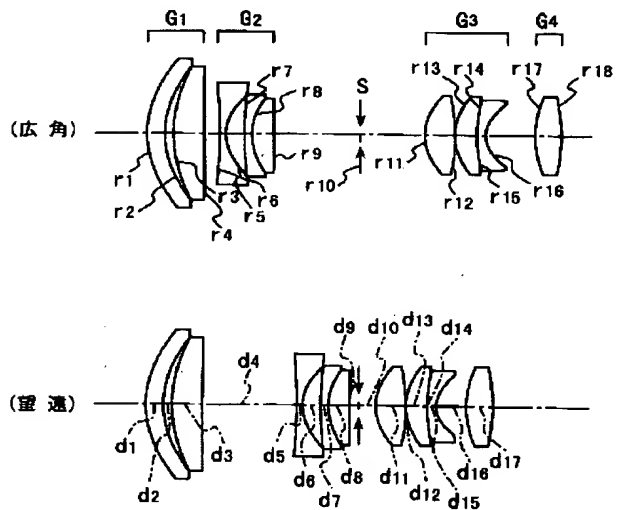
【図1】



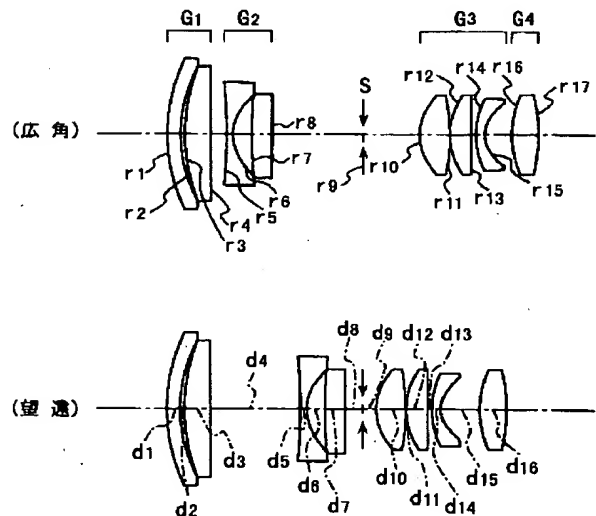
【図3】



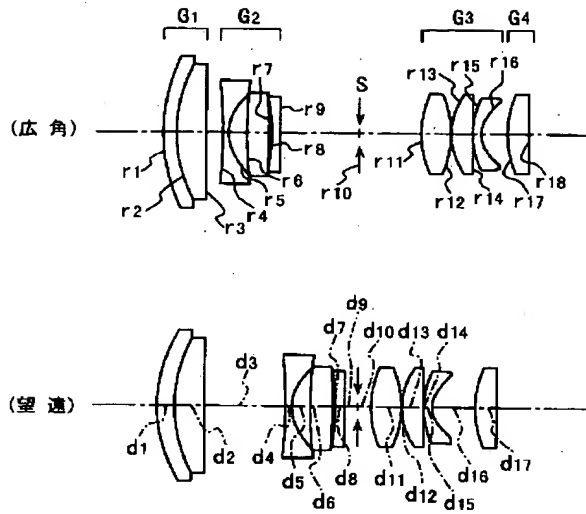
【図2】



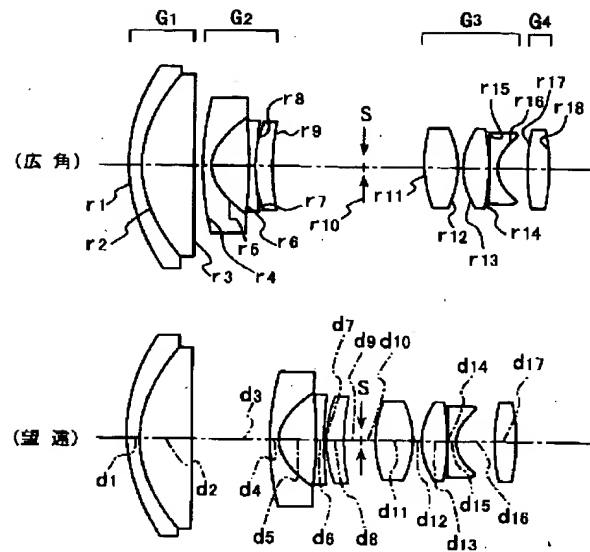
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

